Aus der Klinik und Poliklinik für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten
Direktor: Prof. Dr. med. et Dr. med. dent. habil. H. Heuser

Untersuchungen über das Dimensionsverhalten verschiedener Abformmaterialien

INAUGURAL - DISSERTATION
zur Erlangung des Doktorgrades
der Zahnheilkunde der Hohen Medizinischen Fakultät
der Philipps - Universität Marburg

vorgelegt von

Ursula Fein, geb. Gehricke

aus Hanau a. M.

Marburg 1969

Kleinoffsetdruck: Görich & Weiershäuser, Marburg

Aus der Klinik und Poliklinik für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten
Direktor: Prof. Dr. med. et Dr. med. dent. habil. H. Heuser

Untersuchungen über das Dimensionsverhalten verschiedener Abformmaterialien

INAUGURAL - DISSERTATION
zur Erlangung des Doktorgrades
der Zahnheilkunde der Hohen Medizinischen Fakultät
der Philipps - Universität Marburg

vorgelegt von

Ursula Fein, geb. Gehricke

aus Hanau a.M.

Marburg 1969

Kleinoffsetdruck: Görich & Weiershäuser, Marburg

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Angenommen von der Medizinischen Fakultät der
Universität Marburg am 11. 12. 1969

Gedruckt mit Genehmigung der Fakultät

Dekan: Prof. Dr. P. Karlson

Referent: Prof. Dr. H. Pantke

Correferent: Prof.Dr.med.Dr.med.dent.habil.H.Heuser

I n h a l t

	Seite
Einleitung	1
Untersuchungsmaterial	3
Untersuchungsmethode	6
Untersuchungsergebnisse	13
Diskussion	36
Zusammenfassung	46
Literaturverzeichnis	

Einleitung

In der Zahnheilkunde kommen drei verschiedene Methoden der Inlayherstellung zur Anwendung: die direkte, die indirekte und die halbindirekte Technik. Das direkte Verfahren wird vor allem bei okklusalen Kavitäten und Zahnhalskavitäten angewendet. Bei dieser Methode preßt man erweichtes Wachs in die fertige Präparation, paßt es der Zahnoberfläche an und entfernt es nach dem Erhärten aus dem Munde des Patienten mit Hilfe eines eingeschmolzenen Gußstiftes. Das so gewonnene Wachsmodell wird eingebettet. Nach dem Gießen erhält man das fertige Inlay.

Die indirekte Technik findet vorzugsweise bei mehrflächigen Kavitäten Anwendung. Sie ist bei Scheibenschliffpräparationen unumgänglich. Von dem präparierten Zahn wird bei diesem Verfahren mit einem speziellen Material ein Abdruck genommen, der später im Labor mit Modellmasse ausgegossen wird. Auf dem auf diese Weise erhaltenen Arbeitsmodell stellt man das Wachsmodell des Inlays her. Die nun folgenden Arbeitsgänge sind gleich denjenigen der direkten Technik.

Das halbindirekte Verfahren stellt eine Kombination der beiden zuvor genannten Methoden dar.

Das indirekte Verfahren besitzt gegenüber der direkten Technik verschiedene Vorzüge. P A N T K E schreibt dazu: "Die Vorteile gegenüber dem direkten Verfahren bestehen darin, daß die Gußmodellherstellung außerhalb der Mundhöhle in Ruhe im Labor durchgeführt werden kann. Wichtiger erscheint uns aber noch die Tatsache, daß das indirekte Verfahren die Herstellung

einwandfreier Kontakverhältnisse erleichtert sowie die exakte Modellation und genaue Überprüfung der im Munde meist schwer zugänglichen und unübersichtlichen zervikalen Kavitätenabschnitte gestattet. Ferner muß auf die Ausarbeitungs- und Poliermöglichkeit des Gußstückes auf dem Modell hingewiesen werden, wodurch eine weitere Verringerung des Zeitaufwandes im Sprechzimmer erzielt wird. Treten Mißerfolge beim Gießen auf, bedarf es keiner erneuten Bestellung des Patienten."

Als Nachteil der indirekten Technik sind vor allem die erhöhten Fehlermöglichkeiten durch die Vermehrung der Arbeitsgänge zu nennen. Die indirekte Methode erfordert gegenüber dem direkten Verfahren neben der Abdrucknahme vom Zahn und der Herstellung eines Arbeitsmodelles die Anfertigung eines Okkludators.

Sowohl die Abdruckmasse als auch die Modellwerkstoffe erfahren beim Aushärten Dimensionsänderungen und Formverzerrungen, wie I L G nachweisen konnte. Ebenso soll die Wandstärke der Abdruckmasse bei der Abformung des zu behandelnden Zahnes einen Einfluß auf die Genauigkeit des Abdrucks und damit auf den späteren Sitz des Gußkörpers haben.

Unsere Aufgabe war es nun, die Dimensionsänderungen einiger von deutschen Dental-Firmen hergestellten Abdruckmittel zu messen und zu untersuchen, ob die Wandstärke der Abformmasse einen Einfluß auf die Paßgenauigkeit des Inlays besitzt.

Untersuchungsmaterial

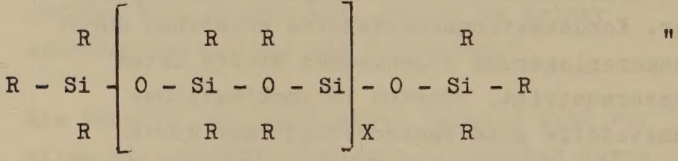
Die von uns untersuchten Materialien gehören zu den sogenannten Kunststoffen. Man versteht darunter nach H.W. H E R R M A N N makromolekulare, organische Stoffe, die entweder synthetisch hergestellt oder durch Umwandlung aus Naturprodukten gewonnen werden. Sie stellen Kondensations- oder Polymerisationsprodukte dar. Kondensationskunststoffe entstehen durch Zusammenlagerung organischer Stoffe unter Wasseraustritt, während Polymerisationskunststoffe ohne Wasserverlust nur durch Zusammenschluß freier Valenzen der den Kunststoff bildenden Moleküle hergestellt werden. Bei diesen Riesenmolekülen lassen sich keine genauen Gewichte angeben, sondern nur Durchschnittswerte.

Man kann die Kunststoffe unterteilen in Thermoplaste und Duroplaste.

Thermoplaste bestehen aus Fadenmolekülen, die durch Erwärmen in einem für sie charakteristischen Bereich beweglich werden und sich formen lassen.

Die Duroplaste sind in ihren Molekülen stark vernetzt. Während des Aushärtens, zu dem ein Katalysator, ein sogenannter Festiger, nötig ist, gehen sie von dem plastischen in den elastischen Zustand über. Spätere Verformungen sind weitgehend reversibel.

Zu den Duroplasten gehören die Silicone, Siliconkautschuke und Polysulfitkautschuke. H.W. H E R R M A N N definiert sie folgendermaßen: "Bei den in der Zahnheilkunde zur Anwendung kommenden Siliconen handelt es sich um Polysiloxane mit äußerst beständigen Siliciumverbindungen, deren Grundaufbau kettenförmig ist. Er entspricht etwa der Formel:



"

Durch die Variationsmöglichkeit der Radikale R ergibt sich eine Vielzahl von Stoffen mit verschiedenen Eigenschaften, von denen besonders zu nennen sind: Hydrophobie, gute Wärmebeständigkeit, geringe bleibende Verformung, physiologische Unbedenklichkeit (H.W. H E R R M A N N).

"Hinsichtlich Elastizität sind diese Massen (Silicone) den übrigen Abdruckstoffen überlegen. Bei ihnen ist das Rückstellvermögen am größten. Die Zugfestigkeit beträgt im Mittel 40 bis 80 kg/cm^2. Die Siliconabdruckmassen lassen sich nur schwer benetzen und gehen keine Verbindung mit irgendeinem der üblichen Modellmaterialien ein. Aus diesem Grunde ist eine Isolation des Abdrucknegativs vor dem Ausgießen mit dem Modellmaterial nicht erforderlich." (E I C H N E R)

Die Silicone enthalten nach E I C H N E R noch Füllkörper wie: SiO_2 in Form von besonders aufbereiteter Diatomeenerden, TiO_2, ZnO und andere Metalloxyde, Farbzusätze und Geschmackskorrigentien.

Die von uns untersuchten Abdruckmaterialien sind die Silicone:

Zafo-Lastic	(Firma A. K E T T E N B A C H)
Silaplast	(Firma D E T A X)
Xirux	(Firma W O E L M)
Xantopren	(Firma B A Y E R).

Untersuchungsmethode

Zur Ermittlung des Dimensionsverhaltens der genannten Abdruckmaterialien ließen wir einen Messingkörper anfertigen, der eine stilisierte Inlaypräparation an einem Molaren darstellt (Abb.1). Den Metallkörper durchzieht längs auf der Oberseite eine breite Einkerbung als okklusale Brücke. Die eine schmale Seitenwand endet in einer Stufe, während der anderen Seite die Form eines Scheibenschliffs mit Längsrille gegeben wurde. Der Schliff endet an der Stelle, an der an der Gegenseite die Stufe beginnt. Stufe und Endlinie des Scheibenschliffes liegen also auf einer Geraden. Dieses Messingmodell wird in den nun folgenden Ausführungen als Oriirinal bezeichnet.

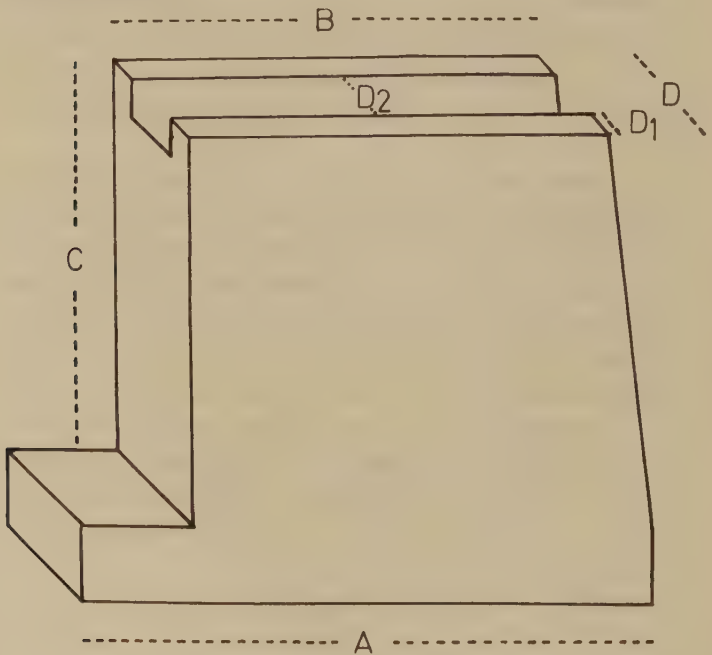


Abb. 1. Für unsere Untersuchungen verwendeten wir einen Messingkörper, der eine stilisierte Inlaypräparation an einem Molaren darstellt.

Die einzelnen Seiten des Versuchskörpers besitzen folgende Maße:

A = 15 984 µ
B = 10 841 µ
C = 8 091 µ
D = 10 018 µ
D_1 = 2 966 µ
D_2 = 4 022 µ

Zu diesem Versuchsmodell gehören zwei verschieden große Platten. (Abb. 2). Die kleinere der beiden kann mit Schräubchen an der Unterseite des Messingkörpers befestigt werden. Rings um ihren äußeren Rand läuft ein vier Millimeter hoher Wall, der als innere Fixierung des überzustülpenden Abdrucklöffels dient. Dadurch wird ein Verschieben desselben in Längs- oder Querrichtung während der Abdrucknahme genau so verhindert wie das Verkanten des Löffels beim Abziehen der Hohlform vom Modell.

Ist diese kleine Platte an dem Messingkörper festgeschraubt, so kann an deren Unterseite die zweite größere befestigt werden, auf der der Abdrucklöffel gleichmäßig aufsitzt.

Abb. 2 zeigt den auf den Grundplatten aufgeschraubten Versuchskörper und den von uns benutzten Abdrucklöffel.

Zur Abdrucknahme haben wir zwei verschiedene Löffel benutzt. Der erste, mit Löffel I bezeichnete (Abb. 3), besitzt die Form eines an einer Seite offenen Quaders.

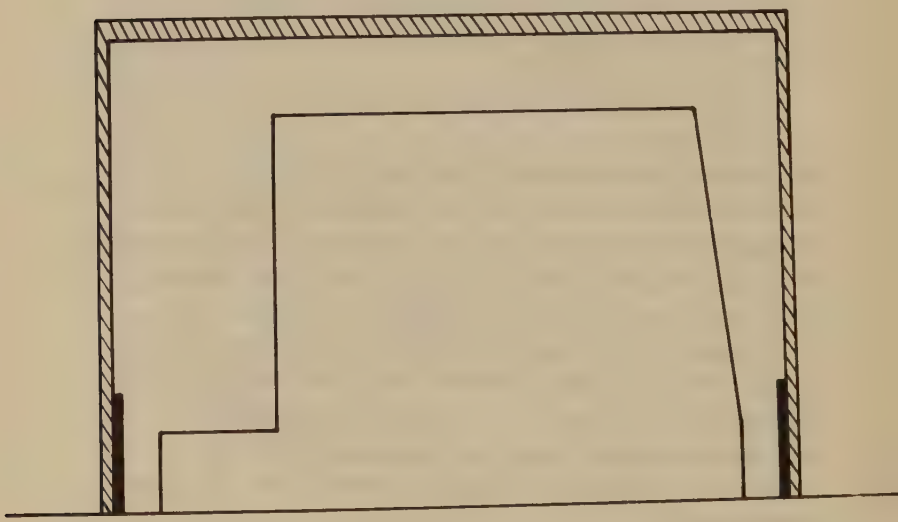


Abb. 3 Skizze von Löffel I

Löffel II (Abb. 4) gleicht äußerlich dem ersten. Die Innenflächen seiner Wände sind aber so gestaltet, daß sie dem abzuformenden Originalmodell parallel verlaufen, so daß der Raum zwischen Messingkörper und Löffelwand überall gleichmäßig groß, die ihn ausfüllende Abformmassenschicht jedoch dünner ist als bei Abdrücken mit Löffel I. Eine Ausnahme hiervon

bildet die Strecke A. Die Wandstärke der Abdruckmasse ist an dieser Stelle bei beiden Abformmethoden gleich, da sie durch den Abstand Fixierungswall-Messingkörper gegeben ist. Diese Tatsache bedingt außerdem, daß die die Strecke A begrenzende Abdruckmasse nicht am Löffel haftet, sondern um den Betrag des Walldurchmessers von der Abdruckkastenwand getrennt wird, was möglicherweise zu Längendifferenzen der Strecke A führen könnte, da schon kleinste Fehlbelastungen beim Ausgießen in der Lage sind, Deformierungen dieser Seite zu bewirken.

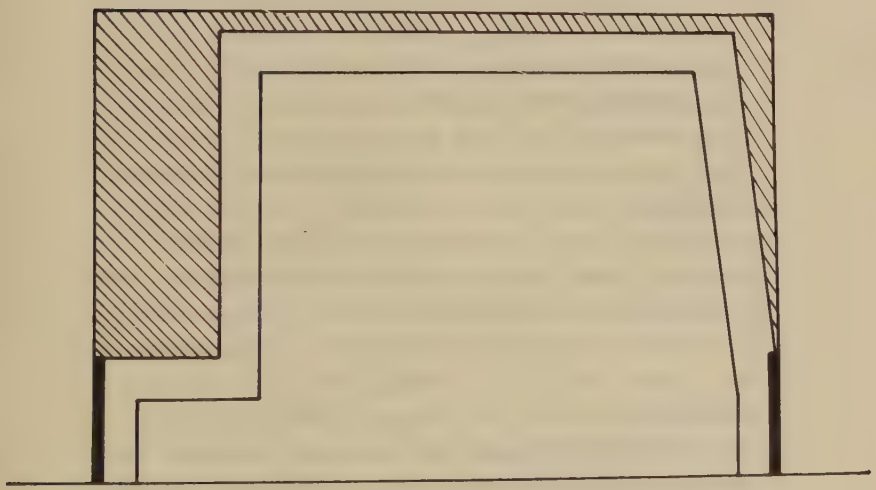


Abb. 4 Skizze von Löffel II zeigt dem Urmodell parallel gestaltete Wände.

Die Wände der beiden Abformkästen sind durchlöchert (siehe Abb. 2). Dadurch wird einmal das Abfließen der überschüssigen Abdruckmasse begünstigt, zum anderen verhindert es das Abreißen der Abdruckmasse während des Abziehens des Löffels vom Testkörper.

Die mit Hilfe der zwei Löffel (I und II) gewonnenen Modelle werden entsprechend mit I und II bezeichnet.

Beim Anmischen der verwendeten Abdruckmaterialien haben wir uns nach den Vorschriften der Herstellerfirmen gerichtet. Das Durchmischen der Abdruckpasten dauerte stets 30 Sekunden. Der Löffel verblieb bis zur Abnahme des Abdrucks zwölf Minuten auf dem Testkörper. Obwohl die Firmen Aushärtungszeiten von drei bis fünf Minuten angeben, erachteten wir diese Zeitspanne für notwendig, damit es zum vollständigen Abbinden (Aushärten) der Abdruckmaterialien kommen konnte. A. E F F I N G E R schreibt dazu folgendes: "Die kautschukelastischen Massen gehen beim Abbinden vom Zustand einer plastischen (irreversiblen) Deformierbarkeit in denjenigen einer elastischen (reversiblen) Deformierbarkeit über, deren zeitliche Abhängigkeit für die Abdrucknahme besonders interessiert." Er findet durch Versuche heraus, daß bei Abdruckmaterialien, die weniger als sieben Minuten gelagert wurden, "die Deformierung praktisch wie bei einem plastischen Material verläuft." Er schreibt weiter: "Für die Abdrucknahme darf demnach dem Praktiker geraten werden, wenigstens sechs bis acht Minuten vor Entnahme des Abdrucks zu warten, um die irreversible Deformierung des Abdrucks möglichst klein zu halten."

Da ein direktes Vermessen der erhaltenen Hohlformen große technische Schwierigkeiten bereitete, wurden alle Abdrücke nach 60 Minuten mit einem Modellmaterial auf Hartgipsbasis "DUROC" (Firma R A N S O N u. R A N D O L P H, Toledo/ Ohio) ausgegossen. In die eben eingerüttelte Masse drückten wir einen kleinen Drahthaken. Dieser diente zum bequemen Herausziehen des ausgehärteten Hartgipsstumpfes nach einer Stunde. Da sich dieser Haken auf der Standfläche des Modells befand, wurde er vorsichtig abgeschnitten, die Unterseite des DUROC-Modells auf Sandpapier plan geschliffen. Es darf nicht unerwähnt bleiben, daß es auch hierdurch zu geringen Veränderungen der Strecke A kommen konnte.

Unsere Meßergebnisse stellen also nicht absolute Werte für die getesteten Abdruckmaterialien dar, da diese eine geringe Volumänderung im Werte des Expansionszuwachses des Modellmaterials erfuhren. Da aber alle Abdrücke mit "DUROC" ausgegossen wurden, bei allen also die gleiche Expansionssteigerung sich bemerkbar machte, blieb dieser Volumzuwachs bei der späteren Rechnung unberücksichtigt.

Die Untersuchungen von H E R R N S D O R F u. P A N T K E zeigten, daß die Endexpansion des oben genannten Hartgipses (0,087 - 0,088 %) nach 24 Stunden erreicht ist. Demzufolge wurden die Modelle von uns auch erst nach dieser Zeitspanne ausgemessen.

Während der Dauer der Versuche herrschte im Versuchslabor annähernd konstante Temperatur und Luftfeuchtigkeit.

Mit jedem Abdruckmaterial wurden 30 Modelle hergestellt, 15 mit Abdrucklöffel I und 15 mit Abdrucklöffel II.

Die Ausmessung der einzelnen Strecken erfolgte mit dem "Werkstattmikroskop WM1" (L E I T Z / Wetzlar). Seine Meßunsicherheit beträgt nach Ermittlung von H E R R N S D O R F bei Einstellung auf eine Gipskante $\pm$ 3 μ.

Untersuchungsergebnisse

Wir ermittelten die Längen der einzelnen Seiten der Versuchsmodelle und stellten sie geordnet nach Abdruckmaterial und -methode in Tabellen zusammen. Die ermessenen Strecken der Versuchskörper wurden mit den entsprechenden Längenmaßen des Originals verglichen und statistisch ausgewertet.

Wir errechneten zuerst die Mittelwerte $\bar{x}$ für die einzelnen Seiten.

$\bar{x}$ erhielten wir aus der Gleichung $\bar{x} = \frac{x}{n}$,

wobei x den Einzelwert einer Versuchsreihe darstellt, n die Anzahl der Versuche.

Den mittleren Fehler des Mittelwertes erhielten wir aus der Gleichung:

$$s_{\bar{x}} = \frac{s_a}{n}$$

wobei $s_a = \frac{x-\bar{x}}{n-1}$.

Für den zu ermittelnden t-Wert benutzten wir die Gleichung:

$$t = \frac{\bar{x}_m - \bar{x}_d}{\sqrt{s_{\bar{x}_m}^2 + s_{\bar{x}_d}^2}}$$

$\bar{x}_m$ bedeutet den Mittelwert für eine Seite des Messingmodells, $^s\bar{x}_m$ stellt entsprechend den mittleren Fehler des Mittelwertes für diese Seite dar. $\bar{x}_d$ verkörpert den Mittelwert einer Seite des DUROC-Modells, ihren mittleren Fehler des Mittelwertes die Größe $^s\bar{x}_d$.

Die t-Werte wurden erstens errechnet für die Seiten der Modelle I in Bezug auf die entsprechenden Strecken des Originals, zweitens für die Modelle II ebenfalls in Bezug auf den Ursprungskörper. Aus dem ermittelten t-Wert läßt sich der zugehörige P-Wert tabellarisch ermitteln. Es besteht ein signifikanter Unterschied zwischen einer Seite des Originalkörpers und verglichener Testmodellseite, wenn $P < 0{,}005$.

In den folgenden Tabellen werden die Mittelwerte der einzelnen Seiten der Testkörper mit den entsprechenden des Originals verglichen. Die Streckenwerte der DUROC-Modelle I und II sind getrennt aufgeführt. Die Aufstellungen enthalten außer den Längenmaßen der Seiten ihre Differenz zum Messingmodell und den P-Wert.

Wie beeinflußt nun Kontraktion bzw. Expansion der Abdruckmasse die Längenmaße der Testkörper? Bei Abformmaterial, das den Gesetzen der "freien Kontraktion" gehorcht, bedingt diese eine Verkürzung der Strecken. Expansion hingegen führt zu einer Verlängerung der entsprechenden Seite. Unter "freier Kontraktion" versteht I L G die Schrumpfung eines einfachen Körpers, der keinerlei Kontinuitätshaftung hat, den man sich etwa "schwebend" vorstellen kann. Als Beispiel diene der Vergleich der Seite A der gewonnenen Modelle mit der entsprechenden des

Urmodells. Diese Teststrecken sind gegenüber der Vergleichsseite verkürzt, die einzige Ausnahme hiervon bilden die mittels Xantoprenabdrücken hergestellten Modelle. Es kommt durch Kontraktion des Abdruckmittels zu einer Schrumpfung der Seite A, da das Material, bedingt durch das Führungsgitter am Urmodell, den Gesetzen der "freien Kontraktion" gehorcht.

Vergleicht man die gemessenen Längen der Strecke A, die z.B. mittels Silaplast gewonnen wurden, mit dem Ausgangswert, so erhält man Werte zwischen 15956 µ bzw. 15960 µ gegenüber der Ausgangsgröße von 15984 µ. Entfernt man aber das Führungsgitter für den Abdrucklöffel, so haftet die die Strecke A begrenzende Abformmasse an der Löffelwand. Es kann nicht mehr die "freie Kontraktion" stattfinden. Schrumpfung führt jetzt zu einer Verlängerung der Teststrecken, da sie sich nur in Richtung der Abdruckkastenwände auswirken kann. Die ausgemessenen Strecken der Seite A weisen nun Werte von über 16000 µ auf. Die Größe des Originals hingegen beträgt nur 15984 µ.

Den gleichen Voraussetzungen, wie sie zuletzt beschrieben wurden, sind die Seiten B, D, D_1 und D_2 der Modelle I und II unterworfen. Bei diesen Strecken muß Kontraktion eine Verlängerung, Expansion hingegen eine Verkürzung bedingen. Die die Seite C begrenzende Abformmassenschicht hingegen haftet nur an einer Seite an dem Deckel des Abformlöffels, an der anderen Seite endet sie frei, ohne Haftung am unteren Rande des Abdruckkastens. Hier bedingt Kontraktion ähnlich wie bei Strecke A Verkürzung, Expansion hingegen Verlängerung der Seite. Die gefundenen Werte der Modelle I und II sind in den Tabellen 1-12 zusammengestellt.

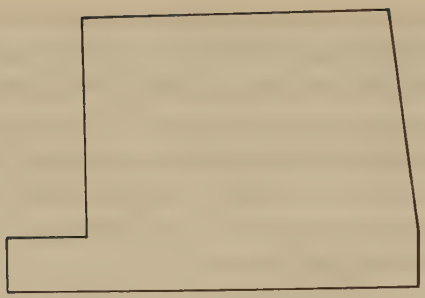


Abb. 5 Meßstrecke A

	Strecke A in µ	Differenz in µ	Differenz in ‰	P-Wert
ORIGINAL	15984			
Zafo-Lastic	15973±3	- 11	- 0,69	0,0005
Silaplast	15960±3	- 24	- 1,50	0,0005
Xirux	15980±3	- 4	- 0,25	0,15
Xantopren	15988±3	+ 4	+ 0,25	0,15

Tabelle 1: Meßergebnisse für die Strecke A bei den DUROC-Modellen I

	Strecke A in µ	Differenz in µ	Differenz in ‰	P-Wert
ORIGINAL	15984			
Zafo-Lastic	15954±4	- 30	- 1,88	0,0005
Silaplast	15956±4	- 28	- 1,75	0,0005
Xirux	15948±2	- 36	- 2,25	0,0005
Xantopren	15982±3	- 2	- 0,13	0,25

Tabelle 2: Meßergebnisse für die Strecke A bei den DUROC-Modellen II

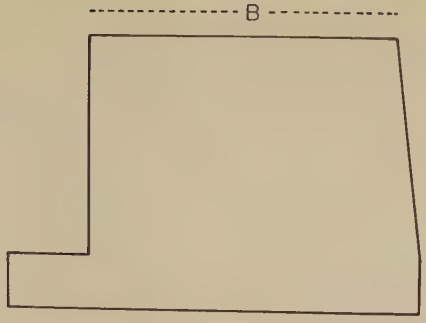


Abb. 6 Meßstrecke B

	Strecke B in µ	Differenz in µ	Differenz in ‰	P-Wert
ORIGINAL	10841			
Zafo-Lastic	10832±4	- 9	- 0,83	0,025
Silaplast	10839±4	- 2	- 0,18	0,30
Xirux	10862±3	+ 21	+ 1,94	0,0005
Xantopren	10858±3	+ 17	+ 1,57	0,0005

Tabelle 3: Meßergebnisse für die Strecke B bei den DUROC-Modellen I

	Strecke B in µ	Differenz in µ	Differenz in ‰	P-Wert
ORIGINAL	10841			
Zafo-Lastic	10819±4	- 22	- 2,03	0,0005
Silaplast	10841±3	± 0	± 0,00	
Xirux	10847±2	+ 6	+ 0,55	0,005
Xantopren	10853±5	+ 12	+ 1,11	0,025

Tabelle 4: Meßergebnisse für die Strecke B bei den DUROC-Modellen II

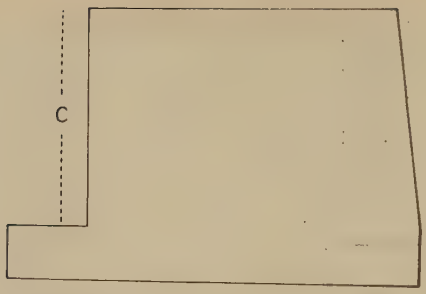


Abb. 7 Meßstrecke C

	Strecke C in µ	Differenz in µ	Differenz in ‰	P-Wert
ORIGINAL	8091			
Zafo-Lastic	8091±3	± 0	± 0,00	
Silaplast	8092±3	+ 1	+ 0,12	0,40
Xirux	8080±1	- 11	- 1,36	0,0005
Xantopren	8114±5	+ 23	+ 2,84	0,0005

Tabelle 5: Meßergebnisse für die Strecke C bei den DUROC-Modellen I

	Strecke C in µ	Differenz in µ	Differenz in ‰	P-Wert
ORIGINAL	8091			
Zafo-Lastic	8092±2	+ 1	+ 0,12	0,35
Silaplast	8096±2	+ 5	+ 0,61	0,05
Xirux	8120±2	+ 29	+ 3,58	0,0005
Xantopren	8135±4	+ 44	+ 5,44	0,0005

Tabelle 6: Meßergebnisse für die Strecke C bei den DUROC-Modellen II

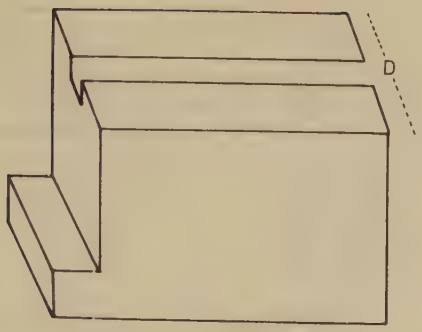


Abb. 8 Meßstrecke D

	Strecke D in µ	Differenz in µ	Differenz in %o	P-Wert
ORIGINAL	10018			
Zafo-Lastic	10022±1	+ 4	+ 0,40	0,01
Silaplast	10022±2	+ 4	+ 0,40	0,05
Xirux	10018±2	± 0	± 0,00	
Xantopren	10013±2	- 5	- 0,50	0,01

Tabelle 7: Meßergebnisse für die Strecke D bei den DUROC-Modellen I

	Strecke D in µ	Differenz in µ	Differenz in %o	P-Wert
ORIGINAL	10018			
Zafo-Lastic	10012±4	- 6	- 0,60	0,10
Silaplast	10023±2	+ 5	+ 0,50	0,05
Xirux	10016±2	- 2	- 0,20	0,15
Xantopren	9998±4	- 10	- 1,00	0,0005

Tabelle 8: Meßergebnisse für die Strecke D bei den DUROC-Modellen II

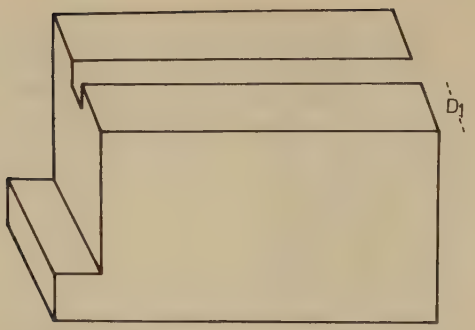


Abb. 9: Meßstrecke D_1

	Strecke D_1 in µ	Differenz in µ	Differenz in %o	P-Wert
ORIGINAL	2966			
Zafo-Lastic	2975±1	+ 9	+ 3,00	0,0005
Silaplast	2974±2	+ 8	+ 2,70	0,0005
Xirux	2968±1	+ 2	+ 0,67	0,10
Xantopren	2966±1	0	± 0,00	0

Tabelle 9: Meßergebnisse für die Strecke D_1 bei den DUROC-Modellen I

	Strecke D_1 in µ	Differenz in µ	Differenz in %o	P-Wert
ORIGINAL	2966			
Zafo-Lastic	2967±3	+ 1	+ 0,34	0,40
Silaplast	2974±2	+ 8	+ 2,70	0,00025
Xirux	2964±2	- 2	- 0,67	0,15
Xantopren	2967±3	+ 1	+ 0,34	0,35

Tabelle 10: Meßergebnisse für die Strecke D_1 bei den DUROC-Modellen II

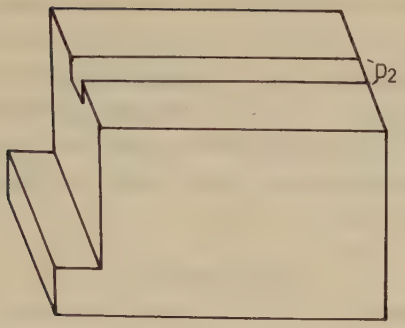


Abb.10: Meßstrecke D_2

	Strecke D_2 in µ	Differenz in µ	Differenz in ‰	P-Wert
ORIGINAL	4022			
Zafo-Lastic	4028±1	+ 6	+ 1,50	0,15
Silaplast	4025±2	+ 3	+ 0,75	0,10
Xirux	4033±1	+ 11	+ 2,71	0,0005
Xantopren	4029±1	+ 7	+ 1,74	0,0005

Tabelle 11: Meßergebnisse für die Strecke D_2 bei den DUROC-Modellen I

	Strecke D_2 in µ	Differenz in µ	Differenz in ‰	P-Wert
ORIGINAL	4022			
Zafo-Lastic	4025±3	+ 3	+ 0,75	0,15
Silaplast	4027±1	+ 5	+ 1,25	0,0025
Xirux	4034±1	+ 12	+ 3,00	0,0005
Xantopren	4021±2	- 1	- 0,25	0,35

Tabelle 12: Meßergebnisse für die Strecke D_2 bei den DUROC-Modellen II

Um einen besseren Überblick über das Verhalten der einzelnen Strecken bei ein und demselben Abdruckmaterial zu bekommen, stellten wir sie in Diagrammen zusammen. Die Ergebnisse unserer Messungen an den Modellen I und II wurden getrennt aufgeführt, so daß sich die Auswirkungen der verschiedenen Abdruckmassenstärken ohne Schwierigkeiten ablesen lassen. (Abb. 11-14).

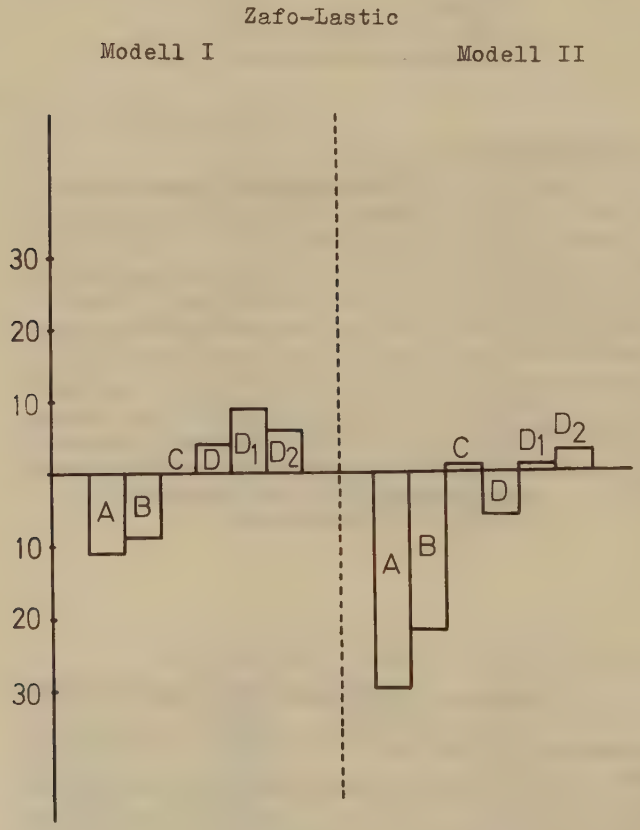


Abb. 11: Graphische Darstellung der Differenzen der einzelnen Strecken von den Modellen I und II zum Original, angegeben in μ unter Anwendung von Zafo-Lastic.

Silaplast

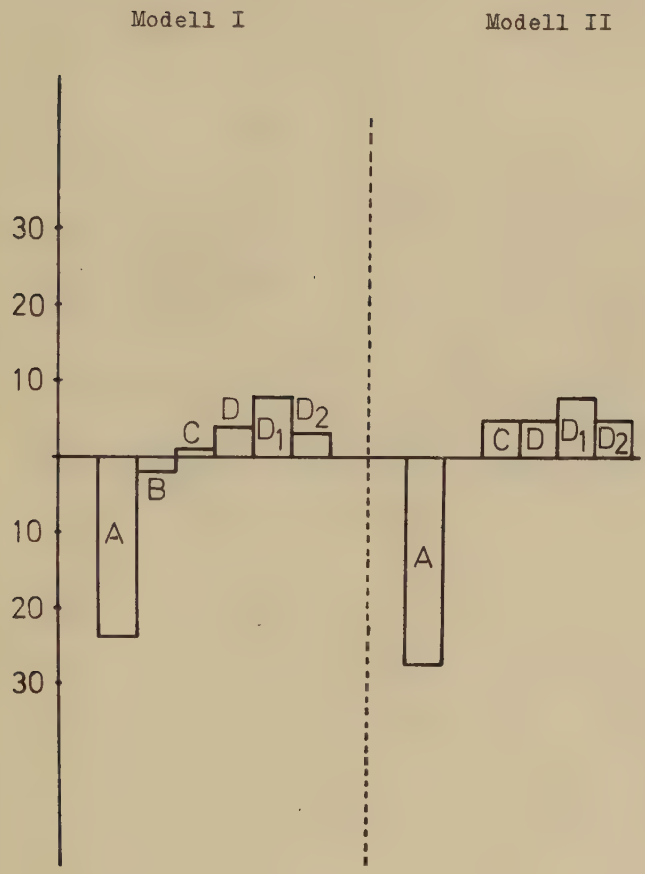


Abb. 12: Graphische Darstellung der Differenzen der einzelnen Strecken von den Modellen I und II zum Original, angegeben in/u unter Anwendung von Silaplast.

Xantopren

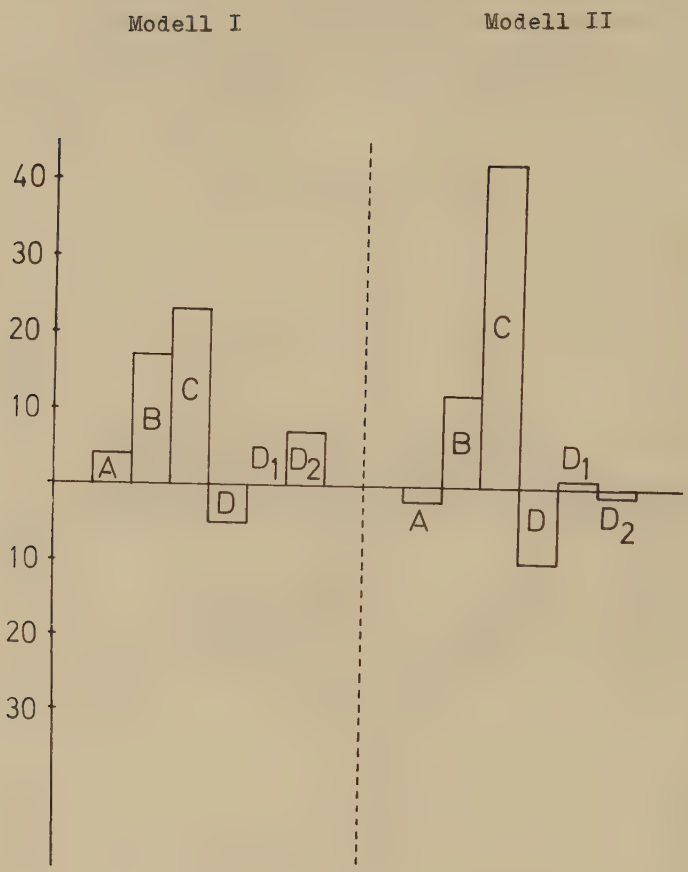


Abb. 13: Graphische Darstellung der Differenzen der einzelnen Strecken von den Modellen I und II zum Original, angegeben in μ unter Anwendung von Xantopren.

Xirux

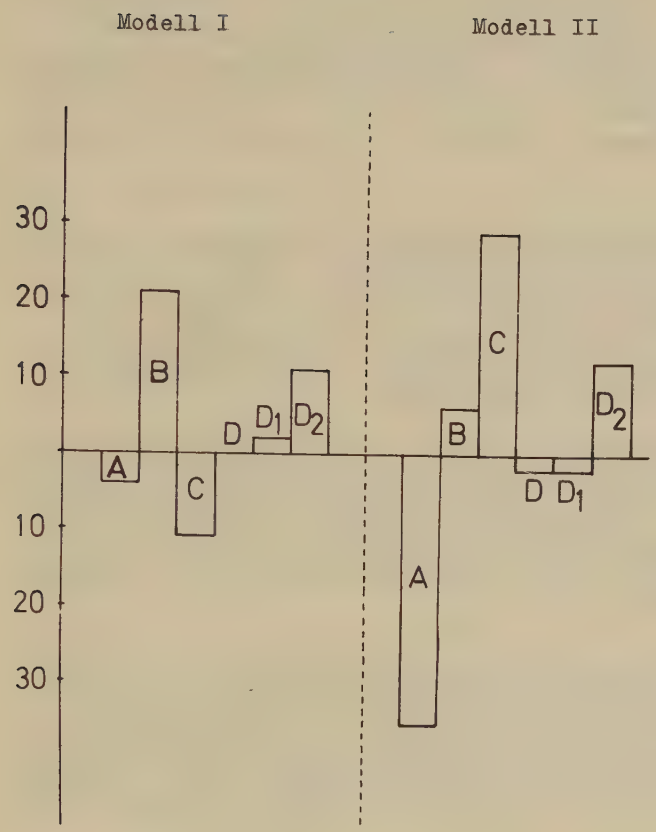


Abb. 14: Graphische Darstellung der Differenzen der einzelnen Strecken von den Modellen I und II zum Original, angegeben in μ unter Anwendung von Xirux.

Betrachten wir zunächst die mit Zafo-Lastic gewonnenen Ergebnisse, so können wir feststellen, daß bei den Modellen I die Strecke C dem Original entspricht, während die Strecken A und B eine Kontraktion von 11 bzw. 9 µ aufweisen. Die Strecken D, D_1 und D_2 sind expandiert, also gegenüber dem Messingmodell verlängert, und zwar um 4 µ, 9 µ und 6 µ.

Bei den Modellen II sind bei den Strecken A und B die Abweichungen vom Original größer, die Kontraktion beträgt 30 bzw. 22 µ. Die Seite D ist um 6 µ verkürzt, während C, D_1 und D_2 der Originallänge fast entsprechen.

Auch bei Silaplast weisen die Strecken A und B bei den Modellen I eine Kontraktion auf, die bei Strecke A 24 µ, bei B nur 2 µ beträgt. Die Strecken C, D, D_1 und D_2 zeigen eine Expansion von 1 µ, 4 µ, 8 µ und 3 µ.

Ein Vergleich der Modelle I und II bei Silaplast ergibt, daß die Längenunterschiede zwischen den entsprechenden Seiten weit geringer sind, als bei den übrigen getesteten Materialien. Dies läßt sich möglicherweise darauf zurückführen, daß bei Silaplast die Abformmassenstärke nur einen geringen Einfluß auf das Dimensionsverhalten besitzt.

Beim Xantopren sind bei Modell I im Gegensatz zu den beiden vorherigen Materialien die Strecke A um 4 µ, die Strecke B um 17 µ expandiert. Außerdem fällt die starke Verlängerung der Seite C um 23 µ auf. Die Strecke D ist um 5 µ kontrahiert, D_1 entspricht dem Original, D_2 zeigt eine Expansion von 7 µ.

Das auffallendste Merkmal der Modelle II ist die sehr starke Expansion der Strecke C, sie beträgt 44 µ. Die Seite B ist um 12 µ verlängert, während A jetzt eine sehr geringe Kontraktion zeigt. Die Strecke D ist um 10 µ verkürzt; D_1 weist eine ganz geringe Expansion, D_2 eine gleichgroße Kontraktion auf.

Xirux zeigt wiederum ein anderes Verhalten als die bisher beschriebenen Materialien. Die Strecke A der Modelle I weist eine Kontraktion von nur 4 µ gegenüber dem Original auf, die gleiche Seite der Modelle II hingegen eine Verkürzung von 36 µ. Große Längenunterschiede zwischen den Modellen I und II treten auch bei den Seiten B und C auf. Die Strecke B der Modelle I zeigt gegenüber dem Original eine Verlängerung von 21 µ, während die gleiche Seite der Modelle II nur um 6 µ vergrößert ist. Bei der Strecke C tritt bei den Modellen I eine Kontraktion von 11 µ auf, bei den Modellen II zeigt sie hingegen eine Expansion von 29 µ. Die Seiten D, D_1 und D_2 weisen weder zu den entsprechenden Originalseiten noch untereinander große Differenzen auf. Die größte Abweichung dieser drei Strecken vom Original zeigt die Seite D_2 mit 11 bzw. 12 µ.

Das unterschiedliche Verhalten der einzelnen Abdruckmaterialien wird besonders deutlich, wenn man gleiche Strecken der verschiedenen Abdruckmaterialien betrachtet. Die Seiten der Modelle I und II wurden wiederum getrennt in Diagrammen dargestellt. (Abb. 15-20).

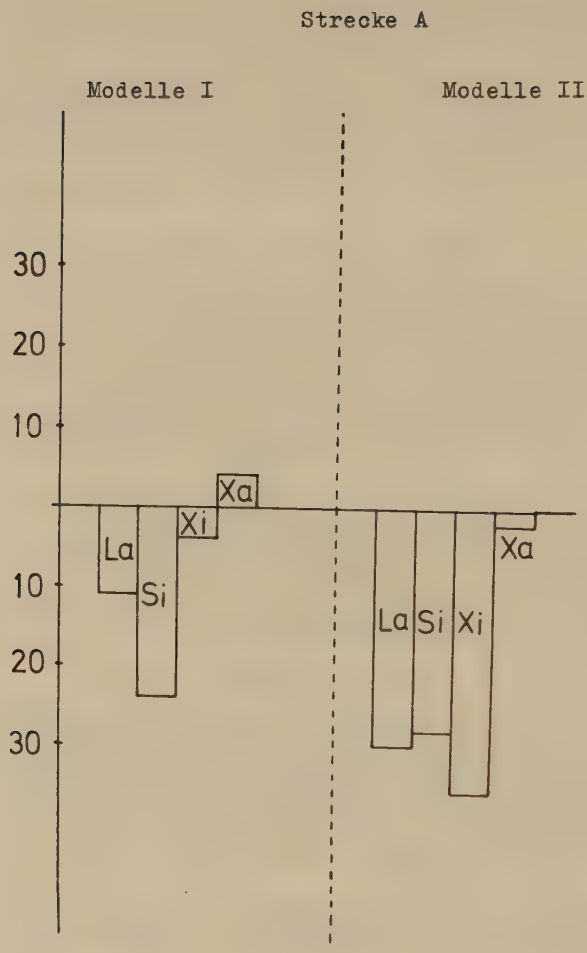


Abb.15: Graphische Darstellung der Differenzen der Strecke A bei den Modellen I und II zum Original, angegeben in µ.

La = Lastic, Si = Silaplast, Xi = Xirux, Xa = Xantopren

Strecke B

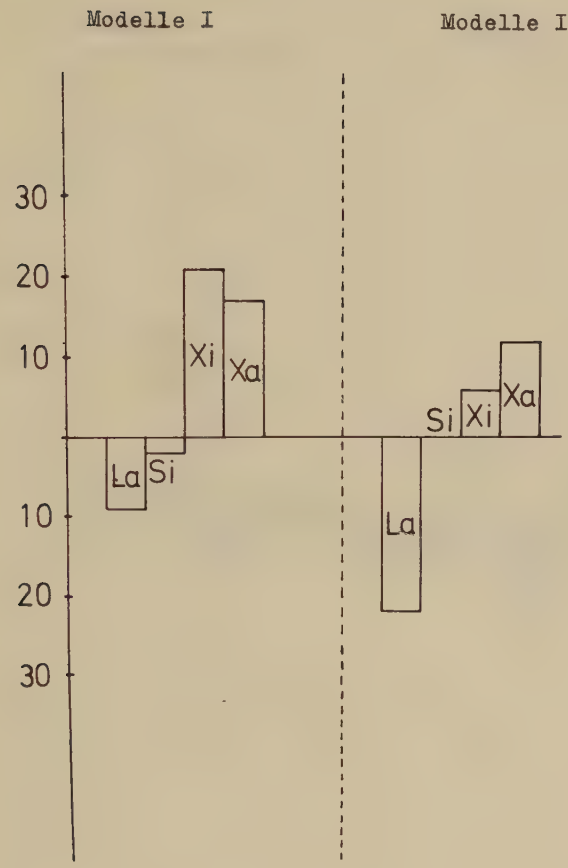


Abb. 16: Graphische Darstellung der Differenzen der Strecke B bei den Modellen I und II zum Original, angegeben in µ.

Strecke C

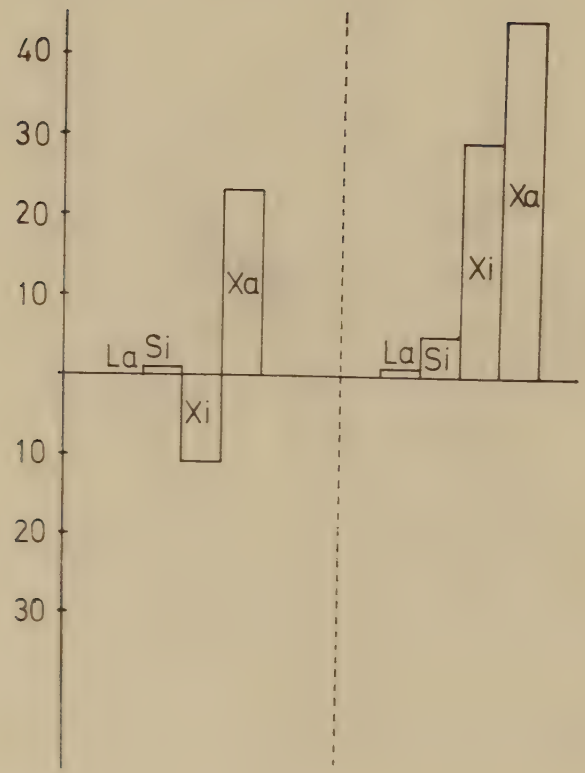


Abb. 17: Graphische Darstellung der Differenzen der Strecke C bei den Modellen I und II zum Original, angegeben in µ.

Strecke D

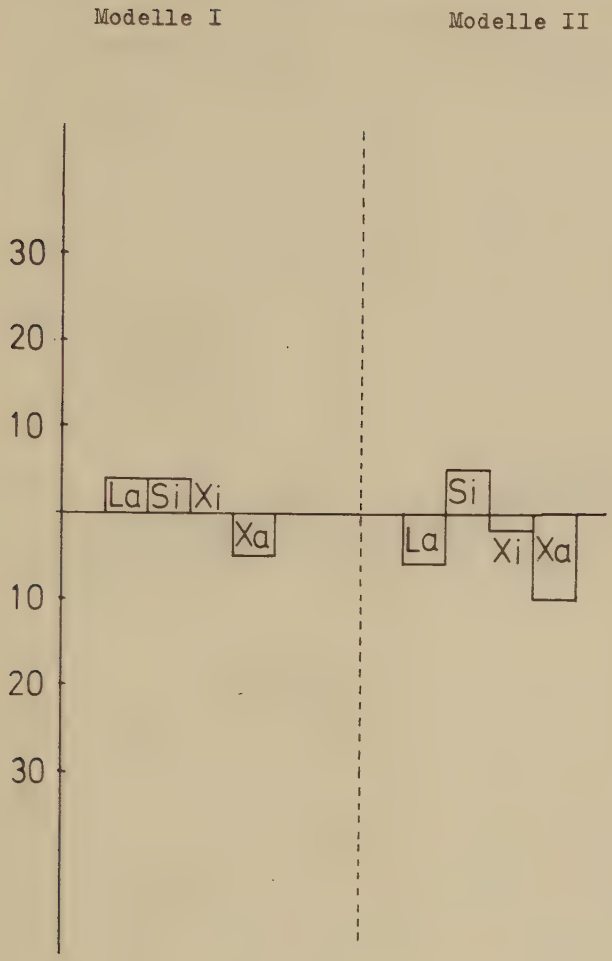


Abb. 18: Graphische Darstellung der Differenzen der Strecke D bei den Modellen I und II zum Original, angegeben in µ.

Strecke D_1

Modelle I Modelle II

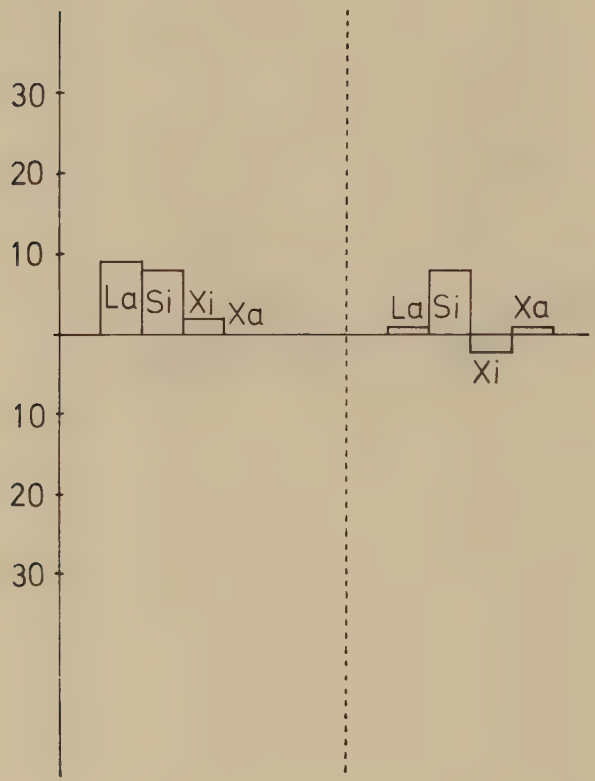


Abb. 19: Graphische Darstellung der Differenzen der Strecke D_1 bei den Modellen I und II zum Original, angegeben in /u.

Strecke D_2

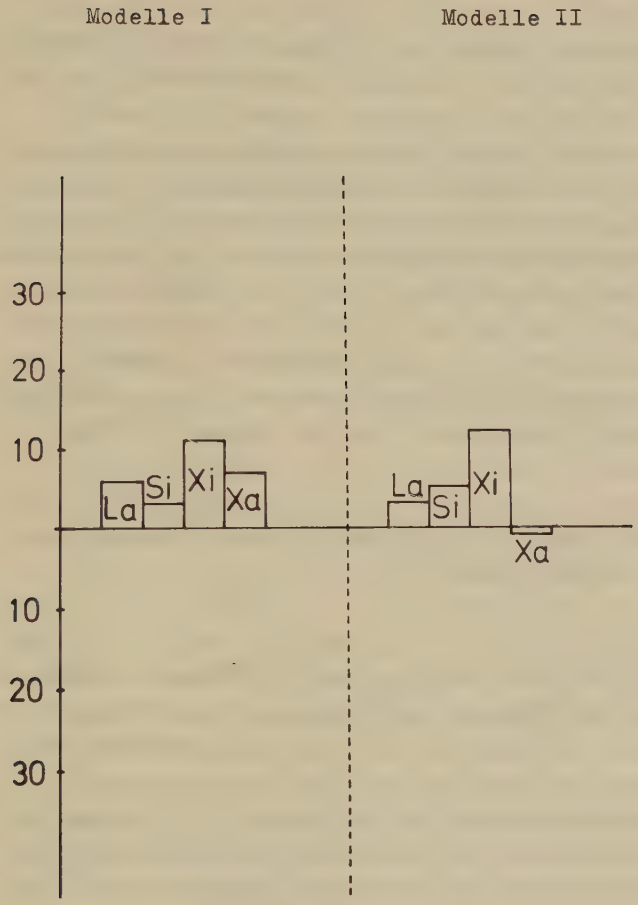


Abb. 20: Graphische Darstellung der Differenzen der Strecke D_2 bei den Modellen I und II zum Original, angegeben in μ.

Die Strecke A weist mit Ausnahme der Xantopren-Abdrücke mit Löffel I Kontraktionen auf, die bei den Modellen II stärker sind als bei den Modellen I.

Die Strecke B zeigt ein völlig unterschiedliches Verhalten bei den einzelnen Abdruckmassen. Die Seite B ist bei Zafo-Lastic sowohl bei Modell I als auch bei Modell II kontrahiert. Bei Silaplast zeigt sie bei Modell I eine Kontraktion von 2 µ, während die gleiche Strecke bei Modell II dieselbe Länge wie das Original aufweist. Bei den Xirux- und Xantopren-Abdrücken zeigt die Seite B eine Expansion und bedingt damit eine Verlängerung der Modelle um 21 µ = ± 1,94 ‰ (Modell I) und 6 µ = 0,55 ‰ (Modell II) bei Xirux bzw. 17 µ = 1,57 ‰ (Modell I) und 12 µ = 1,11 ‰ (Modell II) bei Xantopren.

Die Strecken C der Modelle II sind stets größer als die der Modelle I.

Die Seite C der Modelle I von Zafo-Lastic zeigt keinen Unterschied zum Original, während Modell II eine Verlängerung von 1 µ = 0,12 ‰ aufweist. Die gleiche Seite der Modelle I, aus Silaplast-abdrücken gewonnen, ist um 1 µ = 0,12 ‰ expandiert, die der Modelle II um 5 µ = 0,61 ‰. Bei den Xirux-Modellen I zeigt die Strecke C eine Verkürzung von 11 µ = 1,36 ‰, während die gleiche Seite der Modelle II um 29 µ = 3.58 ‰ verlängert ist. Auch die Modelle I und II der Xantopren-abdrücke weisen Verlängerungen dieser Strecke um 23 µ = 2,84 ‰ bzw. 44 µ = 5,44 ‰ auf. Die stärkste Expansion der Seite C zeigen also Xirux und Xantopren.

Die Seite D der Modelle I bei Zafo-Lastic und Silaplast weist jeweils eine Verlängerung von 4 /u = 0,40 ‰ auf, während bei Xirux keine Differenz zum Original auftritt und bei den Xantoprenmodellen eine Verkürzung von 5 /u = 0,50 ‰ gefunden wurde.

Bei den Modellen II zeigen die Seiten D von Xirux, Zafo-Lastic und Xantopren eine Verkürzung von 2 /u = 0.20 ‰ bzw. 6 /u = 0,60 ‰ und 10 /u = 1.00 ‰, während die Seite D bei Silaplast um 5 /u = 0,50 ‰ verlängert ist.

Die Strecken D_1 der Modelle I und II weisen bei Zafo-Lastic und Silaplast eine Vergrößerung auf. Sie beträgt bei Zafo-Lastic für Modell I 9 /u = 3,00 ‰, für Modell II 1 /u = 0,34 ‰. Bei Silaplast ist die Strecke bei Modell I und II gleich lang, ihre Differenz zum Original beträgt 8 /u = 2,70 ‰. Die Seite D_1 der Modelle I zeigt bei Xirux eine Vergrößerung von 2 /u = 0,67 ‰, bei den Modellen II eine Verkürzung von 2 /u. Die Seite D_1 des Xantoprenmodells I entspricht dem Original, während die des Modells II eine Vergrößerung von 1 /u = 0,34 ‰ aufweist.

Die Meßstrecke D_2 der Modelle I und II ist gegenüber dem Messingversuchskörper verlängert mit Ausnahme der Seite D_2 der Modelle II, die aus Xantoprenabdrücken hergestellt wurden. Bei diesen Modellen zeigt die Seite D_2 eine Verkürzung von 1 /u = 0,25 ‰. Die Expansion beträgt bei Xirux 11 /u = 2,71 ‰ bei den Modellen I und 12 /u = 3,00 ‰ bei den Modellen II. Zafo-Lastic zeigt bei den Modellen I eine Verlängerung um 6 /u = 1,50 ‰, bei den Modellen II um 3 /u = 0,75 ‰. Die Modelle I und II, aus Silaplastabdrücken gewonnen, sind um 3 /u = 0,75 ‰ bzw. 5 /u = 1,25 ‰ vergrößert.

Diskussion

Bei der Auswertung unserer Untersuchungsergebnisse ist zu beachten, daß wir die Abdrücke nicht direkt vermessen haben, sondern jeweils die mit ihrer Hilfe hergestellten Modelle. Verschiedene Strecken dieser DUROC-Formen wurden mit den Maßen des Originals verglichen. Die Begriffe Vergrößerung oder Expansion bzw. Verkleinerung oder Kontraktion beziehen sich auf die Modelle. Die Abdrücke selbst verhalten sich also genau umgekehrt. Kontraktion des Abdrucks bedingt ein vergrößertes Modell, während Expansion des Abdrucks zu einem verkleinerten Gipsmodell führt. Wir erhielten also keine absoluten Werte der Expansion bzw. Kontraktion der Abformmassen.

Die Ergebnisse wurden außerdem durch das Dimensionsverhalten des Modellmaterials beeinflußt. Da aber bei allen Versuchen DUROC bei gleichem Mischungsverhältnis und gleicher Verarbeitung Verwendung fand, blieb der durch das Modellmaterial verursachte Fehler bei der Auswertung der Versuchsergebnisse unberücksichtigt.

Unsere Versuchsanordnung ergab zwar keine absoluten Werte, gestattete aber einen Vergleich der verschiedenen Abdruckmaterialien untereinander und ermöglichte einen Einblick in das Verhalten der einzelnen Strecken bei ein und derselben Abformmasse. Außerdem entspricht diese Versuchsanordnung besonders gut den Verhältnissen in der Praxis; auch dort interessiert nur die Kombination von Abdruckmasse und Modellmaterial, nämlich welche Maße das nach einem Abdruck hergestellte Modell aufweist, auf dem dann das Wachs für das spätere Inlay modelliert wird.

Ferner ist zu bedenken, daß die Abdrücke während ihrer einstündigen Lagerung Dimensionsänderungen erfuhren. I L G schreibt über Untersuchungen zum Dimensionsverhalten der Silicone-Abdruckmassen unter anderem: "Nach einer entschiedenen und kurzen anfänglichen Expansion, die nur etwa bis zur fünften Minute anhält, gehen die Kurven sofort in eine ruhige, langsame und endgültige Kontraktionsphase über." Nach einer Stunde sei die Masse zwar kontrahiert, es käme bei einem Abdruck einer positiven Präparation aber noch nicht zu einer Vergrößerung des Abdrucklumens, diese träte erst nach ungefähr eineinhalb Stunden ein.

Das Größenverhältnis Original zu Testkörper ist also auch von der Zeitspanne zwischen Abdrucknahme und Ausgießen des gewonnenen Abdrucks abhängig. Über den zweckmäßigen Zeitpunkt schwanken die Angaben in der Literatur von einer bis zu 24 Stunden (I L G, S C H W I N D L I N G, A n R E N S, N A U - J O K S). H E G E R L schreibt über Versuche mit IMPREX-SPEZIAL unter anderem: "Der Abdruck mit dieser Paste ist hoch elastisch, sehr genau, kann wiederholt abgeformt werden und besitzt wegen seiner Formbeständigkeit auf längere Zeit gegenüber den Alginaten den Vorzug, daß er nicht sofort ausgegossen werden muß."

Die Anfangsexpansion der Abdruckmassen ist nach S C H W I N D L I N G abhängig von ihrer Viskosität und der Ausflußöffnung. Die Ausflußöffnung definiert er als das Verhältnis Querschnittfläche des Abdrucklöffels zu Querschnittfläche des Originalversuchskörpers. Sei dieses Verhältnis groß, so sei bei gleichem Viskositätsgrad die innere Reibung und latente elastische Spannung herabgesetzt. Dies führe zu einer

geringen Abdruckmassenexpansion. Sei hingegen die Ausflußöffnung konstant, die Viskosität aber vergrößert (eine Zunahme der Zähigkeit der Abdruckmassen erfolge schon stetig bei ihrem Anmischen), komme es zu einem Ansteigen der Expansion.

Auch das Modellmaterial expandiert im Laufe der Zeit. Nach den Untersuchungen von H E R R N S - D O R F ist bei DUROC, das bei allen unseren Versuchen Verwendung fand, die Endexpansion nach 24 Stunden erreicht.

Bei unseren Untersuchungen haben wir alle Abdrücke nach einer Stunde ausgegossen und die DUROC-Modelle nach 24 Stunden vermessen. Unsere Ergebnisse beziehen sich also nur auf die oben angegebenen Zeitspannen.

Unsere Versuche ergaben ein unterschiedliches Dimensionsverhalten der von uns getesteten Abdruckmaterialien. Diese Aussage gilt jedoch nicht nur für die verschiedenen Massen, auch die einzelnen Strecken bei ein und demselben Material zeigen ein unterschiedliches Verhalten. Bei einem Vergleich der einzelnen Materialien untereinander, wobei wir uns auf die mit dem Löffel I gewonnenen Modelle (Modelle I) und die für die Paßgenauigkeit des späteren Inlays wichtigen Seiten B, C, D_2 beschränken, können wir bei der Strecke B die Feststellung machen, daß sie bei Verwendung von Lastic und Silaplast eine Verkürzung aufweist, bei ersterem um 9 /u = 0,83 %o, bei letzterem von 2 /u = 0,18 %o. Xirux- und Xantoprenmodelle zeigen eine Vergrößerung von 21 /u = 1,94 %o bzw. von 17 /u = 1,57 %o.

Bei der Strecke C entspricht das Lasticmodell dem Original, das aus Xantopren gewonnene Modell weist wiederum eine Expansion von 23 /u = 2,84 %o auf. Bei den mit Silaplast hergestellten Modellen verhält sich die Strecke C gerade umgekehrt wie die Strecke B, sie zeigt eine geringe Expansion von 1 /u = 0,12 %o. Auch bei den mit Hilfe von Xirux gewonnenen Modellen finden wir bei diesen beiden Strecken genau umgekehrte Verhältnisse; Strecke B weist eine Expansion von 21 /u = 1,94 %o, Seite C eine Kontraktion von 11 /u = 1,36 %o auf. Das Xantoprenmodell zeigt sowohl bei den Strecken B und C eine Expansion, die bei Strecke C etwas größer ist als bei B.

Die Strecke D_2 ist bei allen Abdruckmaterialien vergrößert, bei Lastic um 6 /u = 1,5 %o, bei Silaplast um 3 /u = 0,75 %o, bei Xirux um 11 /u = 2,71 %o und bei Xantopren um 7 /u = 1,74 %o.

Vergleichen wir nun bei ein und demselben Material die einzelnen Strecken, so sehen wir, daß bei den aus Zafo-Lastic-Abdrücken gewonnenen Modellen die Strecke A um 11 /u = 0,69 %o, die Strecke B um 9 /u = 0,83 %o kontrahiert sind, während die Strecke C dem Original entspricht. Die Seiten D, D_1 und D_2 sind um 4 /u = 0,40 %o bzw. 9 /u = 3,00 %o bzw. 6 /u = 1,5 %o vergrößert.

Bei Silaplast verhält es sich folgendermaßen: die Strecken A und B zeigen eine Verkleinerung von 24 /u = 1,5 %o und von 2 /u = 0,18 %o. Die Seiten C, D, D_1 und D_2 sind verlängert, C um 1 /u = 0,12 %o, D um 4 /u = 0,40 %o, D_1 um 8 /u = 2,7 %o und D_2 um 3 /u = 0,75 %o.

Die einzelnen Seiten der nach Xiruxabdrücken hergestellten Modelle zeigen folgende Veränderungen: die Strecke A ist um 4 /u = 0,25 ‰ verkürzt, während die Seite B um 21 /u = 1,94 ‰ verlängert ist. Die Strecke C hingegen zeigt wieder eine Kontraktion um 11 /u = 1,36 ‰. Die Seite D weist keine Veränderungen gegenüber dem Original auf, während die Seiten D_1 und D_2 um 2 /u = 0,67 ‰ bzw. 11 /u = 2,71 ‰ verlängert sind.

Vergleichen wir nun die einzelnen Strecken der Modelle, die mit Hilfe von Xantoprenabdrücken hergestellt wurden, so zeigt sich bei Strecke A eine Verlängerung von 4 /u = 0,25 ‰, bei B von 17 /u = 1,57 ‰ und bei C von 23 /u = 2,84 ‰. Die Strecke D ist um 5 /u = 0,50 ‰ verkürzt. Die Seite D_1 hingegen zeigt die gleichen Längenmaße wie das Original, während die Strecke D_2 um 7 /u = 1,74 ‰ verlängert ist.

Es stellt sich nun die Frage, ob eine genaue Übereinstimmung zwischen Original (Zahn) und Modell (Arbeitsmodell) überhaupt wünschenswert ist. Sollten die Modelle nicht besser Dimensionsveränderungen (Expansion oder Kontraktion) zeigen, die zur Verbesserung der Paßgenauigkeit der Inlays führen könnten? Bei unseren Überlegungen müssen wir berücksichtigen, daß sowohl das Wachs als auch das Gußstück beim Übergang von dem plastischen bzw. flüssigen in den ausgehärteten bzw. festen Zustand Kontraktionen zeigen. Ein großer Teil der Gußkontraktion wird durch die Expansion der Einbettmasse ausgeglichen. Die Schrumpfung der zahnärztlichen Goldlegierungen wird bei Abkühlung vom Schmelzpunkt auf Zimmertemperatur mit durchschnittlich 1,4 bis 1,6 % lin. ange-

geben. Die Einbettmasse muß also zum Kontraktionsausgleich des Goldes eine Expansion von ungefähr 1,6 % aufweisen.

Auch beim Gußwachs kommt es durch Temperaturänderung zu Volumschwankungen. Nach N E L K E beträgt der Volumverlust in dem Temperaturbereich zwischen + 55° C und + 20° C 7 Vol. %, während sich die Wachskontraktion durch die Preßtechnik bei Zimmertemperatur auf nur 3,6 Vol. % vermindert. Bei besten Gußwachssorten ließe sich der Volumverlust sogar auf ungefähr 0,5 Vol. % senken.

Um eine gute Paßgenauigkeit der Inlays zu erzielen, muß also gefordert werden, daß die Modelle gegenüber dem Original (Zahn) zum Ausgleich der Wachskontraktion vergrößert sind. Dies wird einmal durch eine Expansion der Modellmaterialien, die 0,05 bis 0,10 % lin. betragen soll, erreicht, zum anderen durch die entsprechende Kontraktion der Abformmaterialien.

Betrachten wir nun die für die Paßgenauigkeit des Inlays wichtigen Seiten B, C und D_2 unserer Testmodelle. Entsprächen die Strecken B, C und D_2 dem Original oder wären sie gegenüber diesem noch verkürzt, so käme es überall zwischen Zahn und Inlay zu einer Spaltbildung. Wären diese Seiten gegenüber dem Original (Zahn) über das geforderte Maß hinaus verlängert, so ließe sich der Gußkörper z.B. bei einer Vergrößerung der Seite C nicht tief genug in die Kavität einführen, das Inlay behinderte die normale Okklusion. Wäre die Seite D_2 durch eine starke Expansion verbreitert, so käme es zu einem vorzeitigen Festklemmen des Inlays an der okklu-

salen Brücke, es ließe sich ebenfalls nicht tief genug in die Kavität einbringen. Eine starke Verlängerung der Seite B bedinge interdental ein Überstehen des Inlays über die präparierte Fläche hinaus.

Sehen wir uns nun unter diesem Gesichtspunkt die genannten drei Strecken B, C und D_2 bei den getesteten Abdruckmaterialien an, so ergibt sich folgendes:

Bei den Zafo-Lastic-Abdrücken zeigt nur die Seite D_2 eine Expansion von 6 µ = 1,50 ‰. Bei Silaplast sind die Strecken C um 1 µ = 0,12 ‰ und D_2 um 3 µ = 0,75 ‰ verlängert. Die Modelle der Xirux-Abdrucke zeigen eine Expansion bei den Seiten B um 21 µ = 1,94 ‰ und D_2 um 11 µ = 2.71 ‰. Xantopren hingegen weist eine Verlängerung aller Seiten auf, B ist um 17 µ = 1,57 ‰, C um 23 µ = 2.84 ‰ und D_2 um 7 µ = 1,74 ‰ vergrößert.

Am günstigsten für eine genaue Inlaytechnik scheint also Xantopren zu sein, während Xirux, Zafo-Lastic und Silaplast nur teilweise die wünschenswerte Expansion zeigen. Diese Aussage gilt aber nur dann, wenn DUROC als Modellmaterial Verwendung findet und die Abdruckmaterialien unter den zuvor beschriebenen Versuchsbedingungen zur Anwendung kommen.

Die bisherigen Angaben beziehen sich nur auf die mit dem Löffel 1 gewonnenen Modelle (Modelle I). Vergleichen wir nun Modelle I und Modelle II miteinander, so können wir zunächst einmal ganz allgemein feststellen, daß die Löffelform

und damit die unterschiedliche Stärke der Abformmasse einen Einfluß auf deren Dimensionsverhalten besitzt und damit auch auf die Ausmaße der aus den Abdrücken gewonnenen Modelle.

Bei den Abdruckmaterialien Zafo-Lastic, Xantopren und Xirux bestätigen unsere Untersuchungsergebnisse die Angaben von I L G, der zu der Frage, ob Arbeitsmodelle, die aus Abdrücken verschiedener Wandstärken hergestellt wurden, unterschiedliche Längen der entsprechenden Seiten zeigen, Versuche an einseitig exzentrischen Silicone-Abdrücken durchführte. Er schreibt dazu: "Bedingt durch die primär vorhandene Kontraktionsneigung der Silicone-Abdruckmassen kontrahieren die Abdruckteile mit großer Wandstärke mehr als die Abdruckteile mit geringer Wandstärke. Es kommt zur entsprechenden Verformung des Abdrucklumens." Weiter schreibt er: "Nicht nur die Achse der Hohlform wird einseitig nach der stärkeren Abdruckmassenschicht hin verbogen, sondern auch die ganze Hohlform erfährt eine Verschiebung nach der Seite mit der stärkeren Abdruckmassenschicht." Auch H. B E R G M A N N und E. K Ö R B E R bestätigen den Einfluß der Abdrucklöffelform auf die Abdruckgenauigkeit.

Für unsere vergleichenden Betrachtungen sind die Strecken B und C am besten geeignet. Bei den Seiten D, D_1 und D_2 hat sich die Abdruckmassenstärke kaum geändert, wir haben diese Strecken deshalb unberücksichtigt gelassen.

Die Modelle I der Zafo-Lastic-Abdrücke zeigen bei der Seite B gegenüber den Modellen II eine Verlängerung von 13 μ = 1,20 ‰ und damit einen

signifikanten Unterschied. Bei den Xiruxabdrücken tritt bei derselben Seite ebenfalls die stärkere Kontraktion bei den Modellen I auf. Der Unterschied zwischen Modell I und II beträgt 15 µ = 1,38 ‰ und erweist sich ebenfalls als signifikant.

Auch bei Xantopren zeigt die Seite B der Modelle I die größere Länge. Die Differenz zu derselben Strecke der Modelle II beträgt 5 µ = 0,46 ‰.

Die geringste Abweichung zwischen den einzelnen Strecken der Modelle I und II finden wir bei Silaplast. Sie beträgt zwischen den Seiten B 2 u, zwischen den Seiten C 4 u. Bei diesem Abformmaterial besitzt also die Wandstärke der Abformmasse, wie schon zuvor erwähnt, den geringsten Einfluß auf das Dimensionsverhalten.

Bei der Strecke C haben wir bei Löffel I ebenfalls die größere Masse an Abdruckmaterial, jedoch zeigen bei allen getesteten Materialien die Seiten C der Modelle II die größere Ausdehnung. Die dickere Abdruckmassenschicht von Löffel I kontrahiert stärker als die des Löffels II. Da das die Seite C begrenzende Abdruckmaterial, wie schon vorher beschrieben, nur am Deckel des Abformlöffels haftet, führt die größere Kontraktion in Richtung Abformkastendeckel bei Löffel I zu einer stärkeren Verkürzung der Seite C. Somit zeigt diese Strecke bei den Modellen I die geringere Länge gegenüber den Modellen II.

Unsere Angaben über das Verhalten der getesteten Abdruckmaterialien besitzen nur Gültigkeit für spezielle Verhältnisse, nämlich: Verwendung von

DUROC als Modellmaterial, Ausgießen des Abdrucks nach einer Stunde, Vermessen des Modells nach 24 Stunden. Diese Untersuchungsergebnisse können als Ausgangspunkt weiterer Versuche zur Verbesserung der Paßgenauigkeit von Inlays dienen, indem z.B. die Zeitspanne zwischen Abdrucknahme und Herstellung des Arbeitsmodells variiert wird, oder die Verwendung eines anderen Modellmaterials oder einer günstigeren Löffelform getestet werden.

Zusammenfassung

Bei der indirekten Inlay-Technik finden zur Abdrucknahme unter anderem Materialien auf Silikon-Basis Verwendung, deren Dimensionsverhalten für die Paßgenauigkeit des Inlays eine bedeutende Rolle spielt.

Aufgabe vorliegender Arbeit war es, die bei der Abformmaterialien

Zafo-Lastic	(KETTENBACH)
Silarlast	(DETAX)
Xirux	(WOELM)
Xantopren	(BAYER)

auftretenden Expansionen bzw. Kontraktionen zu messen und zu untersuchen, welchen Einfluß die Wandstärke der Abformmassen auf das Dimensionsverhalten des Abdruckes besitzt.

Für unsere Untersuchungen benutzten wir einen Messingkörper, der eine stilisierte Inlaypräparation an einem Molaren darstellt. Passend zu diesem Versuchskörper fertigten wir zwei Abdrucklöffel an. Löffel I besaß die Form eines an einer Seite offenen Quaders, während die Innenwände von Löffel II parallel zu den einzelnen Flächen des Messingmodells verliefen. Der Abstand zwischen Modell und Abdrucklöffelwand war dadurch bei Löffel II geringer als bei Löffel I.

Mit den beiden Löffeln wurden von dem Versuchskörper mit jedem Abdruckmaterial jeweils 15 Abdrücke genommen, die wir nach einer Stunde

mit dem Modellwerkstoff DUROC ausgossen. Die verschiedenen Strecken der auf diese Weise gewonnenen Modelle haben wir nach 24 Stunden mit Hilfe des Werkstattmikroskops WM1 (Leitz/Wetzlar) vermessen und die gefundenen Werte mit den entsprechenden Längenmaßen des Messingkörpers verglichen. Unsere Versuche ergaben ein sehr unterschiedliches Dimensionsverhalten der oben genannten Abdruckmaterialien. Diese Aussage gilt nicht nur für den Vergleich der Massen untereinander, auch bei ein und demselben Material zeigten die einzelnen Strecken unterschiedliche Kontraktions- und Expansionswerte.

Unsere vergleichenden Untersuchungen mit den beiden verschiedenen Abdrucklöffeln konnten die Angaben von I L G bestätigen, daß die Abdruckmassen mit großer Wandstärke mehr kontrahieren als die mit geringer Wandstärke. Auch bei diesen Versuchen war das Verhalten der verschiedenen Abdruckmaterialien nicht einheitlich.

Literaturverzeichnis

1. Ahrens, G. Naujoks: Vergleichende Untersuchungen an elastischen Abdruckmaterialien für die indirekte Inlaytechnik Dtsch. Zahnärztl. Z. 16 (1961) 472

2. Bergmann, H. Körber, E.: Untersuchungen über neue Abdruckmaterialien für Kronen und Brücken Dtsch. Zahnärztl. Z. 21 (1966) 944

3. Böttger, H.: Erfahrungen mit Silicon-Abdruckmassen Zahnärztl. Welt 18 (1962) 616

4. Effinger, A.: Volumverhalten von Abdruckmassen auf Silikonbasis Dtsch. Zahnärztl. Z. 13 (1958) 256

5. Eichner, K.: Leitfaden Zahnärztlicher Werkstoffe und ihre Verarbeitung Berlinische Verlagsanstalt GmbH Berlin 1960

6. Fischer, Ch. Schmidt, H.: Elastische Massen bei der indirekten Methode Dtsch. Zahnärztl. Z. 6 (1951) 685

7. Fischer, Ch. Schaper: Indirekte Inlaytechnik Dtsch. Zahnärztl. Z. 12 (1957) 993

8. Franke, H.: Manuskript und Vortrag Stilfibel für Mediziner Gg. Thieme Verlag Stuttgart 1967

9. Gerats, R.: Dimensionsverhalten von nach einer Doppelabdruckmethode mit gummielastischen Abdruckmaterialien hergestellten Prüfkörpern Dtsch. Zahnärztl. Z. 19 (1963) 725

10. Haahe, R.
Wandelt, S.: Untersuchungsergebnisse über die Verwendung von Lastic 55 für die indirekte Inlaytechnik
Zahnärztl. Reform 17 (1959) 435

11. Hegerl, H.: Erfahrungen mit Imprex-Spezial und Permlastic bei der Herstellung indirekter Einlagefüllungen
Zahnärztl. Rdsch. 19 (1955) 524

12. Henkel, G.: Vergleichende Untersuchungen an Abdruckmaterialien
Dtsch. Zahnärztl. Z.10 (1955) 646

13. Henkel, G.: Zur werkstoffkundlichen Prüfung der Silikonabdruckwerkstoffen Silone, Permaflexil, Lastic 55
Zahnärztl. Welt u. Reform 56 (1957) 176

14. Hennike, A.: Grundsätze bei der Untersuchung zahnärztlicher Werkstoffe vom Gesichtspunkt der Werkstoffforschung und der Alltagspraxis aus unter Berücksichtigung des Dimensionsverhaltens der Abform- und Modellmassen.
Zahnärztl. Reform 8 (1960) 289

15. Hermann, H.w.: Die Kunststoffe, in: Zahnärztliche Werkstoffe und ihre Verarbeitung
Hrsg. Eichner, K. Berlin 1960

16. Herrnsdorf, U.: Vergleichende Untersuchungen der Modellmaterialien Duroc und Glastone
Med. Diss. Marburg 1966

17. Ilg, V.K.: Untersuchungen zur indirekten Technik, im besonderen zur Abdruckgenauigkeit in der indirekten Technik
Dtsch. Zahnärztl. Z. 9 (1954) 1226

18. Ilg, V.K.: Beziehungen zwischen % und %Vol.
Dtsch. Zahnärztl. Z. 9 (1954) 802

19. Ilg, V.K.: Untersuchungen zur indirekten Technik im besonderen zur Modelltreue in der indirekten Technik
Dtsch. Zahnärztl. Z. 10 (1955) 690

20. Ilg, V.K.: Untersuchungen zum Dimensionsverhalten der Silikon-Abdruckmassen
Teil I - IX und Zusammenfassung
Dtsch. Zahnärztl. Z. 13 (1958) 1377
Dtsch. Zahnärztl. Z. 14 (1959) 405, 527, 651, 772, 895, 1079, 1305, 1649
Dtsch. Zahnärztl. Z. 15 (1960) 427, 1202

21. Keller, D.: Untersuchungen über die Abformgenauigkeit der gummielastischen Silikon-Abformmasse Lastic 55
Med. Diss. Marburg 1958

22. Meyer, H.: Prüfung elastischer Abformmassen
Dtsch. Zahnärztl. Z. 11 (1956) 562

23. Pantke, H.: Das Inlay in Praxis der Zahnheilkunde
Band I. Hersg. Haunfelder, D., Hupfauf, L., Ketterl, W. und Schmuth, G.
München/Berlin/Wien 1968

24. Reichhardt, R.: Erfahrungen mit Lastic-Abformmaterial bei der indirekten Herstellung von Inlays
Dtsch. Zahnärztl. Z. 10 (1960) 707

25. Stüben I. Hoppe, W.F.: Über die Verwendung gummielastischer Materialien bei der indirekten Methode zur Herstellung von Gußfüllungen
Dtsch. Zahnärztl. Z. 16 (1961) 716

26. Stüben I.: Die Gußfüllung
Dtsch. Zahnärztebl. 14
(1960) 43

27. Schwindling, R.: Indirekte Bestimmung des
Dimensionsverhaltens von
Silikon-Abdruckmassen
Stoma (Heidelberg) 2
(1960) 121

28. Schwindling, R.: Die Abdruckgenauigkeit der
neuen gummiartigen Abdruck-
massen Permaflex, Permlastic,
Plastodont in Verbindung mit
den Modellhartgipsen Moldano,
Duroc
Zahnärztl. Rdsch. 64 (1955)
219

29. Schwindling, R.: Die Abformung mit silikon-
haltigen Abformmassen
Dtsch. Zahnärztl. Z. 21
(1966) 930

30. Scheufele, I.: Erfahrungen mit elastischen
Abformmassen
Zahnärztl. Welt 1 (1950) 6
Zahnärztl. Welt 2 (1950) 46

31. Zöllich, R.: Praxiserfahrung mit Silikon-
Abdruckmassen
Zahnärztl. Welt 12 (1959) 371

Herrn Professor Dr. H. Pantke danke
ich für die Überlassung des Themas
und die wertvolle Beratung und Unter-
stützung bei der Ausarbeitung der
Dissertation.

Lebenslauf

Am 5. Januar 1940 wurde ich als Tochter des Realschullehrers Karl Gehricke und seiner Ehefrau Erna, geb. Schick in Hanau am Main geboren. Nach 4 Jahren Grundschule in Hanau-Kesselstadt besuchte ich ab Ostern 1951 die Karl-Rehbein-Schule, Realgymnasion für Mädchen, in Hanau a.M. Ostern 1960 legte ich dort die Reifeprüfung ab. Mein Zahnmedizinstuium begann ich an der Johann-Wolfgang-Goethe-Universität in Frankfurt a.M., an der ich im Februar 1963 das Physikum bestand. Anschließend studierte ich an der Philipps-Universität in Marburg an der Lahn. Hier legte ich im Februar 1966 das Staatsexamen ab. Von April 1966 bis Juni 1967 arbeitete ich als Assistentin in der Kieferorthopädischen Abteilung der Klinik und Poliklinik für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten der Philipps-Universität Marburg a.L. Von August 1967 bis August 1969 war ich bis zur Beendigung meiner Fachzahnarztausbildung in der Praxis Dr. Maier-ten Doornkaat, Dr. Schumann in Frankfurt a.M. tätig.

Meine akademischen Lehrer waren die Herren Professoren und Dozenten:

in Marburg: Braun-Falco, Dölle, Gedigk, Hennis, Hering, Heuser, Janke, Kottmeyer, Marx, Maurath, Pantke, Pfütz, Rodeck, Schmid, Schmidt, Schnell.

in Frankfurt: Artelt, Czerny, Frick, Giersberg, Greven, Hauser, Heinz, Jürgens, Kreter, Kuck, Lapp, Martin, May, Müser, Ortmann, v. Reckow, Rotter, Royen, Schneider, Schümann, Stark, Weber, Wezler, Wieland, Zahn.